Aus der klinischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts
der Universität Basel
Vorstand: Prof. Dr. O. MÜLLER

UNTERSUCHUNGEN ÜBER SCHERBENKOBALT

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

MAX WAECKERLIN

BASEL

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin. 1933.

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Herrn Professor Dr. O. Müller.

Tag der Promotion: 25. Juni 1932.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus „Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde". 15. August 1933. Heft 16.

Einleitung.

In Anpassung an die heute gebräuchlichen Wurzelfüllmethoden müssen wir von einem Devitalisationsmittel der Pulpa folgende Wirkungen verlangen:

1. Devitalisation der Pulpa ohne periapikale Reizung.
2. Sterilisation der Pulpa.
3. Diffusionswirkung durch Dentin.
4. Schmerzlosigkeit der Anwendung.

Trotz vieler Bemühungen, ein im Sinne dieser Forderungen ideales Mittel zu gewinnen, ist dies bis heute nicht gelungen. Unsere bewährtesten Caustica: Arsenik (As_2O_3) und Scherbenkobalt (As), die sich durch ihr hohes Devitalisationsvermögen auszeichnen, haben den Nachteil, sich gegenüber dem Periodontium nicht indifferent zu verhalten. Dieser Übelstand hat immer wieder Bedenken in der Arsenanwendung aufkommen lassen und zu Versuchen geführt, die eine völlige Ausschaltung des Arsens bezweckten. Aus zahlreichen in dieser Richtung erfolgten Untersuchungen resultierten einerseits die Reihe der Ersatzpräparate, andererseits die Anästhesiemethode. Während die letztere — allerdings nur für ein beschränktes Indikationsgebiet — sich bewährt, erweisen sich die Ersatzmittel zum größten Teil als ungenügend. Die Indifferenz gegenüber Wurzelhaut, die ihnen bei ihrer Propagierung meist angepriesen wurde, hat den Nachprüfungen selten standgehalten und zeigte sich nur als eine scheinbare. Denn nicht besonderer Elektivität des Agens zum Pulpagewebe ist sie zuzuschreiben, sondern mangelnder Tiefenwirkung und geringem Devitalisationsvermögen, die eine Auswirkung über das Foramen apicale gar nicht zulassen.

Der Großteil dieser Ersatzmittel ist denn auch in kurzer Zeit wieder in Vergessenheit geraten. Nur wenige konnten eine gewisse Bedeutung durch die Möglichkeit ihrer kombinierten Anwendung mit As_2O_3 oder As erlangen. Von diesen seien erwähnt das Nervocidin von *Dalma*, das nach den Angaben von *Nünlist* sich als Pulpaanaestheticum zur schmerzlosen Eröffnung der Pulpa und darauffolgender Arseneinlage eignet. Als Devitalisationsmittel hingegen ist es unbrauchbar, da seine Wirkung unsicher, langsam und unzuverlässig fortschreitet und bei längerer Dauer eine toxische Periodontitis bewirkt.

Über Paraformaldehyd (*Hille*, *Hoffmann*, *Heinemann* u. a.) sind die Ansichten noch geteilt. *Notter* spricht sich in seinen klinischen und histologischen

Ausführungen über die Wirkung einer nach *Heinemann* hergestellten Paraformaldehydpaste „Sinas" (Sinarsen) nicht günstig aus. *Landolt* hingegen berichtet von befriedigenden Resultaten. Es scheint jedoch, daß Paraformaldehyd in der heute verwendeten Form dem Arsenik unterlegen und vorläufig besser durch Kombination mit diesem — nach dem Vorschlag *Heinemanns* — zu einer praktisch verwertbaren Ausnützung gelangt.

All diese Mißerfolge mit arsenfreien Präparaten zeigen deutlich, daß für eine erfolgsichere Devitalisation der Pulpa stets Arsenik bzw. Arsen beigezogen werden muß. Die Erkenntnis der Ermangelung eines einwandfreien Arsenersatzes hat aber auch die Veranlassung gegeben, die nachteiligen Wirkungen der arsenhaltigen Präparate auf ein möglichstes Minimum zu reduzieren. So ist man ihrem Hauptnachteil, der uneingeschränkt fortschreitenden Nekrotisierung und ihren unangenehmen Folgeerscheinungen auf das periapikale Gewebe durch genaue quantitative Festsetzung der Arsenikmenge, die gerade zur Abtötung einer Pulpa erforderlich ist, wirksam begegnet. Daß ein völlig sicherer Ausschluß jeglicher periodontalen Schädigung durch die Maßnahme der Dosierung nur in gewissen Grenzen erreicht werden kann, geht aus der Variabilität anatomischer, physiologischer und pathologischer Pulpaverhältnisse klar hervor.

Doch rechtfertigen die guten Resultate, die mit dem bekannten dosierten Präparate Nervarsen erzielt wurden, die Forderung nach genauer Dosierung. Die Reizlosigkeit des Nervarsens gegenüber Periodontium, bedingt durch Dosierungsgröße und die sich am Apex erschöpfende Wirkung, ist nicht nur durch die gewaltige Zahl klinischer Erfolge, sondern auch durch die Befunde ausführlich histologischer Arbeiten erwiesen (*Egli*, *Rosenthal*, *Locher*).

Die Präparate wie Caustizin, Dosarsen erachten wir als nichtdosierte Präparate. Schon ihr makroskopischer Anblick beweist zur Genüge, daß eine genau dosierte Menge unmöglich in den so verschieden großen Kügelchen sein kann. Dosarsen führt diesen Namen entschieden zu Unrecht. Wir verstehen unter Dosierung die Anwendung einer mathematisch genau abgewogenen Menge und nicht einer ungefähr klinisch bemessenen Portion!

Untersuchungen, wie sie für das obenerwähnte Nervarsen, also dosierten Arsenik, vorliegen, fehlen gänzlich für dosierten Scherbenkobalt. Insbesondere seine Verwendungsmöglichkeit mit einem gallertigen Träger, der dem Nervarsen die rasch verlaufende resorptive Wirkung und die vollkommene Ausnützung des As_2O_3-Gehaltes sichert, wurde noch nicht erprobt.

In der vorliegenden Arbeit gebe ich die Ergebnisse, die ich mit einer genau dosierten, festen, kolloiddispersen Scherbenkobalttablette erhalten habe. Vorgängig diesen möchte ich noch auf die wichtigsten Differenzen zwischen Arsenik- und Arsenwirkung eingehen, sofern ihre Kenntnis gewisse Richtlinien für die Anwendung der beiden Nekrotisierungsmittel zu geben vermag.

As und As_2O_3.

Bekanntlich sind Arsen und Arsentrioxyd als solche unwirksam. Sie müssen sich zunächst in arsenige Säure umsetzen. Diese erst besitzt die Fähigkeit, devitalisierend zu wirken.

Ein derartiger Wirkungsmechanismus legt den Gedanken nahe, bei Verwendung von Arsen und Arsenik gleiche Wirkungsergebnisse erwarten zu lassen. Dies trifft jedoch, wie die klinischen Erfahrungen beweisen, nicht zu. Die Frage, worin nun die Verschiedenartigkeit der Resultate ihren Grund hat, muß dahin beantwortet werden, daß schon eine minimale Schwankung in der Konzentration und Quantität der sich bildenden arsenigen Säure bedeutende Wirkungsdifferenzen ergeben kann.

Von dieser Erwägung ausgehend, soll im folgenden versucht werden, eine Gegenüberstellung der verschiedenen Wirkungsmöglichkeiten arseniger Säure je nach ihrer Entstehung aus Scherbenkobalt, bzw. Arsenik zu geben.

Gestützt auf theoretische sowie auf Grund klinischer und histologischer Befunde gemachte Überlegungen müssen wir divergente Resultate namentlich bei folgenden Anwendungsformen erwarten:

1. Scherbenkobalt, auf Dentin appliziert.
2. Scherbenkobalt, auf Pulpa appliziert.
3. Arsenik, auf Dentin oder Pulpa appliziert.

1. Scherbenkobalt, auf Dentin appliziert.

Die Wirkung kommt, kurz gefaßt, folgendermaßen zustande:

Das metallische Arsen oxydiert sich zu Arsenik. Dieser geht durch Lösung in arsenige Säure über, die durch Diffusion durch die Dentinkanälchen zur Einwirkung auf die Pulpa gelangt.

Das Wesentliche dieses Vorganges bei Applikation von As auf Dentin ist nun, daß die Oxydation des metallischen Arsens, die schon an sich nicht leicht vor sich geht, noch wesentlich erschwert wird durch den Mangel O-haltiger Gewebsflüssigkeit bzw. Serum. Arsenige Säure kann sich daher nur äußerst langsam und in geringer Menge bilden. Beim Übertritt in die Tiefe der Pulpa erfährt sie zudem noch eine weitere Verdünnung. Die niedrigprozentige Lösung, die nur in spärlicher Dosis und unter langsam erfolgendem Nachschub in die Pulpa diffundiert, genügt nun nicht, die Pulpaelemente direkt zu schädigen. Einzig die Endothelien und contractilen Fasern der Gefäße, die gegen arsenige Säure äußerst empfindlich sind, werden alteriert. Hyperämie, Exsudationen, Hämorrhagien, Stasen und Thrombosen sind die unmittelbare Folge.

Daß schon niedrigst prozentige arseniksaure Lösungen, wie sie sich kurz nach Applikation von As in der Pulpa finden, die Zirkulation in dieser eingreifenden Weise zu stören vermögen, mag folgender Hinweis illustrieren: in den meisten über die Arsenfrage erschienenen Abhandlungen wird mit besonderem Nachdruck darauf verwiesen, daß durch Arsen, in welcher Form auch angewandt, schon in kürzester Zeit die Wirkung auf das Gefäßsystem erfolge und von Anfang an im Vordergrund der Veränderungen stehe.

Moginier, der als erster die Wirkung des Scherbenkobalts in seinen verschiedenen Phasen eingehend histologisch untersucht hat, faßt seine Resultate, deren Richtigkeit feststeht (Nachprüfungen durch *Ristow*, *Locher* u. a.), in dem Satze zusammen: „Das histologische Bild der Scherbenkobaltwirkung auf die Pulpa zeigt hauptsächlich starke Erweiterungen der Blutgefäße, Austritt von Blut aus den Gefäßen in das Pulpagewebe, Thrombenbildung und Stauung in

den Gefäßen und Formveränderungen, während die übrigen Gewebe der Pulpa keine größeren Veränderungen aufweisen."

Aus diesen und anderen Feststellungen läßt sich der Schluß ziehen, daß in erster Linie die Stoffwechselstörungen und die Ernährungsunterbindung, die sich an die Zirkulationsstörungen anschließen, den Zerfall der Pulpa bedingen. Die direkte, rein chemische Giftwirkung arseniger Säure auf das Pulpagewebe (von den der Applikationsstelle nächst gelegenen Partien abgesehen) spielt bei dieser Applikationsform sehr wahrscheinlich eine mehr untergeordnete Rolle. Jedenfalls kann sie sich erst spät geltend machen.

Halten wir an dieser Ansicht fest, so können wir für den Devitalisationsverlauf, seine Neben- und Folgeerscheinungen bei Applikation von Scherbenkobalt auf Dentin folgendes aussagen:

1. Die Devitalisation verläuft langsam (schwere Oxydierbarkeit metallischen Arsens).

2. Die Wirkung ist praktisch unzuverlässig, d. h. zeitlich nicht präzis begrenzbar, da die Umsetzung des As zu As_2O_3 abhängig ist von den Oxydationsbedingungen, die je nach dem Zustand der Pulpa und des Dentins stark variieren können.

3. Direkte periapikale Schädigungen werden, sachgemäße Anwendung vorausgesetzt, zu den Ausnahmen zählen. Die arseniksauren Lösungen sind anfänglich zu schwach, um das Periodontium zu erreichen; gegen Ende der Liegedauer sind die Diffusionsbedingungen wegen des einsetzenden Pulpazerfalles ungünstige. Eine weitere Bildung arseniger Säure wird dadurch bis zu einem gewissen Grad von selbst unterbunden oder doch gehemmt. Perkussionsempfindlichkeit hingegen wird nach langer Liegedauer in Fällen, in denen die Diffusionsverhältnisse es zulassen, sich einstellen.

4. Schmerzen. Sie werden bekanntlich, insbesondere bei geschlossenem Pulpacavum, durch den Druck der dilatierten Gefäße, der Extravasate und Hämorrhagien auf die Nerven der Pulpa und des Periodontiums ausgelöst. Da die Hyperämie usw. nach Anwendung von metallischem Arsen beträchtlich ist und lange anhält, so werden die Schmerzen meist ziemlich heftig, vor allem aber von langer Dauer sein.

5. Die dem Scherbenkobalt als besonderer Vorteil zugesprochene gerbende Wirkung findet eine Erklärung im Zustandekommen des Pulpatodes: das Pulpagewebe wird durch die Einwirkung der geringen Mengen diffundierender arseniger Säure nicht direkt nekrotisiert, sondern verfällt in Verbindung mit den Ernährungsstörungen infolge Stase und Thrombose einer nur ganz allmählich eintretenden Nekrobiose. Dadurch kommt es oft zu einer Fixation der Pulpaelemente, jedenfalls wird ein rascher Zerfall, namentlich eine Kolliquationsnekrose, verunmöglicht.

2. Scherbenkobalt, auf die Pulpa appliziert.

Von den meisten Autoren wird bei Verwendung von Scherbenkobalt die Eröffnung der Pulpa empfohlen. *Klöser* z. B. fordert sie sogar als eine „conditio sine qua non für einen sicheren und reaktionslosen Verlauf der Behandlung".

Da eine Infiltrationsanästhesie aber unzulänglich sein kann, die Trepanation ohne diese meistens nicht gelingt, helfen sich manche Zahnärzte damit, daß sie

zunächst für einige Tage (3 und mehr) Scherbenkobalt auf Dentin applizieren, um dann nach schmerzlos vollzogener Eröffnung eine zweite Einlage in den erwünschten Kontakt mit dem Pulpagewebe bringen zu können. Als zweite Einlage wird oft ein arsenfreies Präparat gewählt (*Ristow*, *Klöser* u. a.). Die Befürchtung toxischer periodontaler Reizungen finden wir also auch hier — in Widerspruch zu den Ansichten, die eine Indifferenz des Scherbenkobalts dem Periodontium gegenüber annehmen.

Diese wenigen Hinweise, die die Bevorzugung dieser Anwendung betonen, mögen zeigen, daß es keineswegs belanglos ist, ob wir beim Legen einer As-Einlage eine Dentinzwischenschicht belassen oder nicht.

Die Resultate, die wir bei Applikation von Arsenicum metallicum auf die eröffnete Pulpa erhalten, weichen von denjenigen bei geschlossener Pulpa in folgenden Punkten ab:

1. Die Devitalisation erfolgt rascher.

2. Die Wirkung ist entschieden zuverlässiger. Infolge des direkten Kontaktes des As mit dem Pulpagewebe sind die Oxydations-, Lösungs- sowie die Diffusions- und Resorptionsbedingungen die denkbar besten. Daher der raschere Verlauf und die größere Sicherheit der Wirkung.

3. Periapikale Schädigungen treten häufiger auf. Sie werden verursacht einmal durch die direkte Diffusion arseniger Säure, ferner, wie unsere tierexperimentellen Untersuchungen zeigen, durch einen Abtransport und eine Verschleppung ungelöster Partikelchen metallischen Arsens auf dem Blutweg ins periapikale Gewebe. Auf diese Erscheinung werde ich bei Beschreibung der histologischen Bilder des Tierversuches zurückkommen.

4. Schmerzen sind meist schwächer, von kürzerer Dauer und fehlen oft gänzlich. Der Überdruck in der Pulpa, durch die erweiterten Gefäße und die Extravasate bedingt, findet eine Entlastung in Richtung der Einlage, woraus sich die geringere Schmerzhaftigkeit erklärt.

3. Arsenik, auf Dentin oder Pulpa appliziert.

Der Zerfall der Pulpa durch Arsenikwirkung erfolgt einerseits durch Unterbrechung des Stoffwechsels infolge der Capillarwirkung und Verstopfung der Gefäße durch Thrombosierung, andererseits aber — was bei Scherbenkobalt weit weniger der Fall ist — durch direkte Nekrotisierung des Zellprotoplasmas der Pulpaelemente. Diese spezifisch toxische Zellgiftwirkung verdankt Arsenik dem Umstand, daß er in der Zeiteinheit eine größere Quantität arseniger Säure zu bilden imstande ist als Scherbenkobalt. Aus diesem Grunde äußert sich die Wirkung nicht nur in Zirkulationsstörungen, sondern in bald einsetzenden Veränderungen an den Nerven, den Odontoblasten und den Pulpazellen. Dieser direkten Nekrotisierung sind die für Arsenikwirkung charakteristischen Eigenheiten zuzuschreiben, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

1. Prompte Devitalisation.

2. Zuverlässige Wirkung. Störungen durch ungünstige Oxydations- und Lösungsbedingungen können infolge des einfachen Wirkungsmechanismus des Arseniks (Hydrolyse zu H_3AsO_3) sich weniger geltend machen als bei Scherbenkobalt (Oxydation zu As_2O_3 und Hydrolyse).

3. Periapikale Schädigungen lassen sich durch genaue Dosierung bis auf wenige Sonderfälle ausschalten. Wahrscheinlich wird der Abtransport von Arsenik bzw. arseniger Säure dank rascher Abbindung weniger schädigend wirken als derjenige von ungelöstem, noch voll wirksamem metallischem Arsen (Scherbenkobalt).

4. Schmerzen sistieren wegen frühzeitig einsetzender Destruktion der Nerven nach kurzer Zeit. Sie sind meist etwas intensiver als nach Scherbenkobaltanwendung, da die Capillarwirkung nach Arsenik spontaner einsetzt.

Die Resultate, die wir mit As_2O_3 bei freigelegter Pulpa verglichen mit denjenigen bei geschlossener Pulpa erzielen, unterscheiden sich nur unwesentlich voneinander. Belassen wir eine Dentinzwischenschicht, müssen wir mit einer geringen Verzögerung der Wirkung und mit der Möglichkeit erhöhter Schmerzen rechnen. Im übrigen bleiben sich die Resultate annähernd gleich.

Nach diesen theoretischen Auseinandersetzungen über die Wirkung arseniger Säure, die zum Verständnis der klinischen Erscheinungen während und nach der Behandlung mit Arsenicum metallicum dienen mag, gehe ich zu meinen eigenen Untersuchungen über.

Klinische Untersuchungen.

Zu den Einlagen zur Pulpadevitalisation verwendete ich kolloiddispersierte Arsenicum metallicum-Tabletten mit einem As-Gehalt von 0,002 g.

Bei der Applikation wurde jeweils vom cariösen Dentin so viel als möglich entfernt, die Tablette mit einem mit Phenol oder Chlorphenolcampher-Walkhoff benetzten Kugelinstrument aufgenommen und in die Kavität eingelegt. Beim Einbringen der Tablette auf eine Dentinschicht wurde auch die Applikationsstelle mit einem der genannten Medikamente befeuchtet, um den Kontakt des Arsens mit dem Dentin zu sichern. Als Verschlußmaterial diente Zinkoxyd-Zinksulfat. Wurden andere Anwendungsformen gewählt, ist dies in den Aufzeichnungen besonders vermerkt.

Zur Devitalisation gelangten 63 Zähne. Für die Bewertung der klinischen Resultate sind unter Berücksichtigung der Wirkungsergebnisse die Fälle, in denen die Zähne unter praktisch gleichen Applikationsbedingungen behandelt wurden, in Tabellen wie folgt zusammengestellt.

Bleibende Zähne.

Applikation auf Dentin.

Tabelle 1.	18 Fälle:	Wirkung nach 7—12 und mehrtägiger Einwirkung genügend.
„ 1a.	17 „	Wirkung nach 7—12 und mehrtägiger Einwirkung ungenügend. 2. Einlage erforderlich.
Tabelle 2.	8 Fälle:	„Kombinierte Anwendung“: nach 3—6tägiger Einwirkung Applikation auf die Pulpa.

Applikation auf die Pulpa.

Tabelle 3.	10 Fälle:	Wirkung nach 5- und mehrtätiger Einwirkung genügend.
„ 3a.	4 „	Wirkung ungenügend.

Milchzähne.

Tabelle 4. 6 Fälle.

Befunde.

Im wesentlichen decken sie sich mit den im theoretischen Teil über Arsenwirkung dargelegten Erwartungen. — Als Anhaltspunkte für die Bewertung der klinischen Ergebnisse wurden in erster Linie folgende Faktoren berücksichtigt: Schmerzen, Perkussionsempfindlichkeit, Liegedauer.

An Hand der tabellarischen Aufzeichnungen, die über diese Punkte Aufschluß geben, gehe ich auf die Resultate ein:

Tab. 1 und 1a. Applikation auf Dentin, 35 Fälle.

Schmerzen: Erwartungsgemäß ist bei dieser Anwendung die Zahl schmerzhaft verlaufender Fälle groß. Ich verzeichnete:

in etwa 20—25% heftige Schmerzen (Tab. 1 [Fälle 3, 6, 7, 8, 10 15], Tab. 1a [Fälle 5, 6, 7]).
in etwa 25% geringe, mäßige Schmerzen (Tab. 1 [Fälle 1, 5, 14, 16], Tab. 1a [Fälle 3, 9, 10, 11, 12]).

Bei gut erfolgter Devitalisation (Tab. 1) liegen die Prozentsätze etwas über, bei schlechter (Tab. 1a) etwas unter den genannten Zahlen.

Die Schmerzen erstreckten sich meist über einen Tag; bei längerer Dauer waren sie nur schwach. Bei ungenügender Devitalisation, meist die Folge mangelhafter Bildung arseniger Säure, blieben sie oft gänzlich aus (vgl. Tab. 1a). Im letzteren Falle findet der Flüssigkeitsaustritt aus den Capillaren nur allmählich statt, so daß gleichzeitig mit ihm die Diffusion der Exsudate ins periapikale Gewebe unter dortiger Resorption einhergehen kann. Eine schmerzbedingende Druckerhöhung im Pulpainnern kann folglich nicht zustande kommen.

Bei gesunder Pulpa traten die Schmerzen durchschnittlich mit dem 5. bis 6., bei pulpitischer mit dem 3. Tage ein. Das bei Pulpitis serös durchtränkte Gewebe begünstigt die Lösungs- und Resorptionsprozesse des Arsens, zudem werden die bereits erweiterten Gefäße bald maximal dilatiert usw.

Auffallend ist im Vergleich zu anderen Scherbenkobaltpräparaten der spät einsetzende Schmerzbeginn. Er ist auf die feste Form des Präparates zurückzuführen, das erst nach völliger Aufteilung sein Wirkungsoptimum erlangt (Oberflächenwirkung). Etwas hemmend wirkt auch die Anwendung von Chlorphenol bzw. Phenol. Ferner wird die Dosierung von 0,002 g verglichen mit den Arsenmengen, die bei undosierter Anwendung von Scherbenkobaltpulver auf Wattebäuschchen zur Einwirkung kommen, ungleich geringer sein. Endlich ist die Frage offen zu lassen, ob nicht in vielen As-Präparaten neben reinem Arsen auch (evtl. aus diesem hervorgegangenes) As_2O_3 vorhanden ist.

Periodontitis: Perkussionsempfindlichkeit läßt bekanntlich nicht ohne weiteres auf eine Arsenschädigung des Periodontiums schließen. Mit einiger Sicherheit können wir auf Erscheinungen von seiten der Wurzelhaut erst schließen, wenn 1. nach schmerzlos verlaufener Devitalisation sich Perkussionsempfindlichkeit einstellt, wenn 2. nach schmerzhaft verlaufener Devitalisation die Erscheinungen von seiten des Periodontiums nicht nachlassen oder nach einer Pause der Ruhe erneut auftreten.

Besonders unsicher wird die Diagnose, wenn sich während der Behandlung heftige Schmerzen einstellten. Die Rückstauung der Exsudate bewirkt dann im Periodontium Druckerscheinungen, die sich in Schmerzen äußern, welche, wenn auch nur schwach, sich über Tage hinziehen können. Es sind daher in

Tabelle 1. Applikation von kolloiddispers. metallischem Arsen (Scherbenkobalt) auf Dentin. Wirkung nach einmaliger Applikation genügend (siehe S. 727).

Fall		Name	Geschlecht	Alter Jahre	Zahngattung	Zustand der Pulpa, des Dentins	Dentinschicht über der Pulpa	Schmerzen während der Einlage	Liegedauer	Periodontitis	Nachbehandlung	Bemerkungen
1	32	H., P.	♂	19	$\underline{\lfloor 3}$	P. part.	mi.	Ab 2. bis 5. Tag, besonders auf kalt, weniger auf warm	10	—	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Exstirp. schml.
2	*41	Sch., M.	♀	18	$\underline{5\rfloor}$	Gesund, Car. prof.	mi.	—	7	—	Amput. Trio	2 Tabl.
3	42	M., M.	♀	20	$\underline{\lfloor 5}$	P. part.	mi.	Nach 3 Tagen hf. auf w., hf. per. Schm.	6	Stark	Chlorphenol	—
4	31	E., L.	♀	23	$\underline{5\rfloor}$	P. part.	mi.	—	11	—	Amput. Trio	—
5	39	G., H.	♀	24	$\underline{\lfloor 5}$	Gesund, Car. prof.	mi.	Nach 6 Tagen ge. Schm. auf k. u. w.	9	S. schwach auf Perk.	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Vor der Eröffnung beim Bohren ge. Schm.
6	27	B., M.	♀	26	$\overline{\lfloor 4}$	Gesund, Car. prof.	dü.	Nach 7 Tagen hf. auf k. u. w., per. Schm.	13	Stark	Exstirp. Chlorof.	4 Tage später Wurzelfüllung mit Jodof. Walkhoff
7	34	R., L.	♀	32	$\overline{\lfloor 4}$	Gesund, Car. prof.	dü.	Nach 6 Tagen hf. Schm. auf k. u. w.	10	—	Amput. Trio	—
8	5	B., H.	♀	22	$\overline{5\rfloor}$	P. part.	dü.	Nach 3 Tagen hf. auf k. u. w.	7	Schwach	Amput. Trio	Zahn wegen Blutungen schwach verfärbt
9	59	H., E.	♀	30	$\overline{\lfloor 5}$	Gesund, Caries	di.	—	22	—	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Exstirp. völlig schml.! Äußerst nervöse Patientin! As lag zerkleinert + Phenolbäuschchen + Steinzementverschluß
10	2	B., W.	♂	15	$\overline{6\rfloor}$	Gesund, sek. Caries prof.	dü.	Nach 5 Tagen hf. auf w., per. Schm.	6	Schwach	Amput. Trio	7 Tage nach der Amput. Perk.-Empfindlichkeit nur noch äußerst

11	19	St., M.	♀	22	1	Gesund, Caries	mi.	—	31	—	Amput. Trio	De Trey-Verschluß. Patientin verreiste, daher die lange Liegedauer!
12	*17	E., F.	♀	24	7	Pulpit. part.	mi.		7	Sehr schwach auf Perk.	Amput. Trio	2 Tabl. Period. vom Pat. nicht wahrgenommen
13	24	B., M.	♀	26	7	P. part.	dü.	—	6	—	Amput. Trio	—
14	52	B., J.	♀	50	7	P. part., sek. Caries prof.	Ziemlich viel car. Dentin belassen	Nach 5 Tagen auf k. u. w.	6	Schwach	Chlorphenol	Zahnhalscaries mesial; sehr empfindlich gegen kalt. Dist. Kanal stark verkalkt, undurchgängig
15	22	R., F.	♂	28	7	Gesund, Caries	mi.	Nach 14 Tagen ms.-hf. per. Schm. nachher Abklingen	19	—	Amput. Trio	Am Tag vor Eröffnung keine Schm. mehr
16	44	B., J.	♂	25	7	Gesund, Caries	mi.	Ständig auf w., ge. per. Schm.	7	Schwach	Amput. Trio	Sofort nach Trepanation Nachlassen der Perk.-Empf.
17	63	R., A.	♂	28	8	Gesund, Car. prof.	mi.	Nach 12 Tagen per. Schm. beim Essen	14	Mäßig-stark	Chlorphenol	Nach 8 Tagen Amp. Trio
18	25	G., E.	♂	51	8	Gesund, Caries	mi.	—	11	Schwach	Amput. Trio	Bis Pulpa frei — während Eröffnen — auf k. u. w. Schm.

Abkürzungen: Schm. = Schmerzen; hf. = heftige; ms. = mäßige; ge. = geringe; — = keine; per. = periodontitische; schml. = schmerzlos; dü. = dünne; mi. = mittelstarke; di. = dicke; k. = kalt; w. = warm; ang. = angeritzt; l. = leicht.
In den mit * bezeichneten Fällen besondere Arsenapplikation (meist 2 Tabletten). Siehe auch Rubrik: Bemerkungen.

Tab. 1 einzig die Fälle 6, 17 und Tab. 1a die Fälle 3, 4, 11 mit einiger Sicherheit als Arsenschädigungen (leichte) zu deuten und sind auf die lange Liegedauer zurückzuführen. Daß auch bei langer Einwirkung Periodontreizungen ausbleiben können, zeigen Tab. 1 Fälle 9, 11 (22, 31 Tage) und Tab. 1a Fall 7 usw. Werden die Einlagen (bei Prämolaren und Molaren) nicht länger als 10—12 Tage belassen, so sind toxische Wurzelhautreizungen so gut wie auszuschließen. Hingegen läßt sich nach 12 bis 14tägiger Liegedauer häufig eine Perkussionsempfindlichkeit feststellen, die vom Übertritt arseniger Säure ins periapikale Gewebe herrührt (Tab. 1 Fall 17 und Tab. 1a Fälle 3, 4, 12).

Im Gegensatz zu dem bei Applikation auf Dentin relativ günstigen Verhalten gegenüber Wurzelhaut erweist sich das Präparat in bezug auf Pulpadevitalisationswirkung als wenig zuverlässig. In einigen Fällen war die Pulpa nach 6—7—8 Tagen (Tab. 1 Fälle 2, 3, 7, 10, 12, 13, 14) devitalisiert, in anderen genügte diese Einwirkungszeit bei weitem nicht (vgl. Tab. 1a). In 17 Fällen (annähernd

Tabelle 1a. Applikation von kolloiddispers. metallischem Arsen (Scherbenkobalt) auf Dentin. Wirkung nach einmaliger Anwendung ungenügend. Mehrere Einlagen erforderlich (siehe S. 727).

Fall		Name	Geschlecht	Alter i. Jahren	Zahngattung	Zustand der Pulpa	Dentinschicht über der Pulpa	Schmerzen nach 1. Einlage	2. Einlage nach ... Tagen	Schmerzen nach 2. Einlage	Gesamt-Liegedauer	Peri-odontitis	Nach-behandlung	Bemerkungen
1	29	R., A.	♂	40	$\underline{3}\rfloor$	Degen.	dü.	—	14 auf Pulpa	—	+3 17	S.schwach	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Sek. Caries unter Silicatfüllung. Pulpa bei der Applikation dünnfadenförmig durchscheinend
2	8	St., K.	♂	21	$\overline{4}\rfloor$	Gesund, Caries	mi.	—	8	—	+5 13	—	Amput. Trio	—
3	12	R., H.	♂	46	$\lceil\overline{5}$	Gesund, Car. prof.	mi.	Nach Tag. 13 per. Schm. auf k. u. w.	16 Pulp. ang.	—	+10 26	Stark	Chlor-phenol	Auf Chlorphenol heftige Period.; Zahn gelockert. 4 Tage nach Chlorphenolapplikation Exstirp. unter Injekt. + Jodof. Walkhoff-Füllung
4	*40	Sp., M.	♂	16	$\underline{6}\rfloor$	P. part.	mi.	-	10 Pulp. ang.	per. Schm.	+11 21	Ziemlich stark	Chlor-phenol	B 1. Einla ge 2 Tabl.
5	55	B., K.	♂	23	$\lfloor\underline{6}$	P. tot.	mi.-di.	Ab 3. Tag hf. Schm. auf k. u. w., ab 9. Tag per. Schm.	12 auf palat. $^1/_2$ buccal je $^1/_4$ Tablette	—	+6 18	Schwach	Amput. Trio	Pulpa bei Eröffnung schmerzhaft, rot, nicht blutend. Chlorphenol für 4 Tage, wonach Pulpen noch empfindlich, weshalb 2. Einlage
6	*14	E., R.	♂	28	$\lceil\overline{6}$	P. part. s. schwach	mi.	—	13 auf Dentin	3 Std. nach Applik. hf. Schm.; von 21 Uhr bis nächsten Tag	+4 17	Stark	Chlor-phenol	Bei 1. Einlage 2 Tabl. Pulpa konnte nach 1. Einlage nicht angeritzt werden

7	18	E., F.	♀	24	$\overline{6}$|	P. part. schwach	mi.	Nach 9 Tagen ca. $^1/_2$ Std. andauernd hf., besond. auf k.	10 Pulp. ang.	—	+8 18	—	Amput. Trio	—
8	45	B., J.	♂	25	|$\underline{7}$	Gesund, Car. prof.	di.	—	7 auf Dentin	—	+14+7 28	S.schwach	Amput. Trio	Sehr empfindl. Patient. Viel cariöses Dentin bei 1. Einlage belassen. Bei 3. Einlage P. angeritzt
9	4	B., K.	♂	23	|$\underline{7}$	Gesund, Car. prof.	mi.		9 Pulp. ang.	Nach 13 Tag. ms. Schm. auf k. u. w., ge. per. Schm.	+6 15	Schwach	Amput. Trio	—
10	16	H., H.	♂	14	$\underline{7}$|	Gesund, Caries	mi.	Äußerst ge. per. Schm.	7 Pulp. ang.		+5+7+7 26	Schwach	Amput. Trio	4. Einlage auf palat. Stumpf. 1. Einlage 2 Tabl.
11	*15	B., W.	♂	15	$\overline{7}$|	Gesund, Caries	di.	Nach 10 Tag. ca. $^1/_2$ Std. ge. Schm.	19 Pulp. ang.	–	+7+7 33	ms.-stark	Amput. Trio	1. Einlage 2 Tabl. Nach 3. Einlage konstant ge. per. Schm.
12	7	E., R.	♂	28	|$\overline{7}$	P. part. s. schwach	mi.		7 Pulp. leicht ang.	Nach 12 Tag. ge. per. Schm., k. u. w.	+6 13	Schwach	Amput. Trio	
13	30	R., L.	♂	22	|$\overline{7}$	Gesund, Car. prof.	mi.		8 Pulp. ang.		+10 18	S.schwach	Amput. Trio	2. Einlage 2 Tabl.
14	38	M., J.	♂	66	$\overline{7}$|	P. part.	mi.		8 Pulp. ang.	—	+7 15		Amput. Trio	—
15	*50	S., E.	♀	26	|$\overline{7}$	Gesund, Car. prof.	di.		7 auf Dentin 2 Tabl.	—	+7 14	–	Amput. Trio	1. u. 2. Einlage mit Phenolbäuschchen u. Steinzementverschluß
16	9	E., L.	♀	26	$\overline{8}$|	Gesund, Car. prof.	mi.		12 auf dist. Stumpf		+3 15	-	Amput. Trio	—
17	11	R., H.	♂	46	$\overline{8}$|	Gesund, Car. prof.	mi.		7 auf Dentin	—	+10 17	S.schwach	Amput. Trio	—

50%) war nach einer minimalen Liegedauer von 7 Tagen die Devitalisation nicht erreicht. Die Zahl ist als hoch zu bezeichnen, selbst wenn man berücksichtigt, daß sie sich zum Teil auf Fälle bezieht, in denen eine mittelstarke Dentinschicht belassen wurde und bei einigen Fällen die Liegedauer von 7—8 Tagen etwas zu kurz bemessen war. Doch auch bei langbefristeten Einlagen (10—18 Tage) blieb die Wirkung oft aus. Verglichen mit den Resultaten, die *Moginier* mit reinem Scherbenkobaltpulver erzielte, erhielt ich mit kolloidalem Arsen weniger regelmäßige Ergebnisse.

Moginier gibt auf Grund seiner zahlreichen Untersuchungen folgende Werte an:

Praemolares inf.	5—6 Tage
Praemolares sup.	6—7 „
Molares sup. et inf.	7—9 „
Molares III	5—8 „

Meine Resultate mit kolloidaler Arsentablette (0,002 g) ergaben große Abweichungen. Zur Devitalisation, bei der sich periapikale Schädigungen noch vermeiden lassen, kann ich approximativ folgende Zeiten angeben:

Praemolares	8—10 Tage
Molares	9—12 „
Molares III	8—12 „

Ausnahmsweise führen schon kürzere Zeiten zum Ziel, nicht selten jedoch werden längere benötigt.

Zu erwähnen ist noch, daß sich in einigen Fällen vor dem Absterben der Pulpa Perkussionsempfindlichkeit zeigte, deren Ursache nicht auf Pulpahyperämie oder einzig auf einer solchen, sondern auf einer direkten Einwirkung der arsenigen Säure auf das periapikale Gewebe beruhte. Die arsenige Säure — in diesen Fällen qualitativ und quantitativ zu schwach — vermochte wohl sukzessive in die Tiefe zu dringen, doch nicht die Pulpa abzutöten und gelangte so vor beendeter Pulpadevitalisation durch das For. apicale — evtl. auch an der Bifurkation der Wurzeln — in die Zahnumgebung.

Zusammenfassend läßt sich nun nach den oben genannten Erfahrungen über die Anwendung von kolloidalem Arsen auf die geschlossene Pulpa folgendes aussagen:

1. Schmerzen treten häufig auf (in etwa 45—50% der Fälle).
2. Die Wirkung erfolgt unregelmäßig.

Im Mittel:	Bei Praemolaren	nach 8—10 Tagen
	„ Molaren	„ 9—12 „
	„ Molaren III	„ 8—12 „

3. Medikamentöse Wurzelhautreizungen sind selten (in 10—15% der Fälle).

In *Tab. 2* führe ich einige Fälle an, in denen ich das Arsen zunächst für wenige Tage auf Dentin applizierte, um dann für die folgende Einlage die Pulpa freilegen zu können. Es ergab sich, daß nach 3—4 Tagen die Pulpa leicht anritzbar ist, nach 5—6 Tagen mit einer oberflächlichen, evtl. totalen Devitalisation der Kronenpulpa zu rechnen ist.

Für diese letztere, mehr spekulative Folgerung sind die Fälle 4, 5, 6 (Tab. 2) nicht maßgebend. Bei diesen applizierte ich die Tablette mit einem mit Phenol getränkten Wattebäuschchen. Dadurch verzögerte sich die Wirkung wesentlich; im Falle 5 und 6 konnte die Pulpa wegen zu heftiger Schmerzen nicht einmal eröffnet werden. Diese Erscheinung läßt

Tabelle 2. „Kombinierte Anwendung“: nach 3—6tägiger Einwirkung auf Dentin Applikation auf die Pulpa (siehe S. 732).

Fall		Name	Geschlecht	Alter i. Jahren	Zahngattung	Zustand der Pulpa	Dentinschicht über der Pulpa	Schmerzen nach 1. Einlage	2. Einlage nach . . . Tagen	Schmerzen nach 2. Einlage	Gesamt-Liegedauer	Peri-odontitis	Nach-behandlung	Bemerkungen
1	33	H., A.	♀	45	$\overline{2}\vert$	P. total.	mi.	Nach 2—4 Tagen ms.-hf. Schm. auf k. u. w.	4 Pulpa ang. $^1/_2$ Tabl.	—	+15 19	—	Exstirp. Jodof. Walkhoff	—
2	*21	R., F.	♂	28	$\underline{\vert 4}$	P. part.	mi.	—	4 Pulpa ang.	—	+11 15	S.schwach	Amput. Trio	2 Tabl. bei 1. Einlage
3	3	B., F.	♂	22	$\overline{5}\vert$	P. part.	dü.	—	3 Pulpa ang.	—	+9 12	Schwach	Exstirp. Trio	Exstirp. schmerzhaft
4	*57	W. E.	♀	40	$\overline{5}\vert$	Gesund	s. di.	—	3 Pulpa ang.	Nach 10 Tag. per. Schm., doch nicht auf k. u. w.	+ 10 13	S.schwach	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Exstirp. etw. schmerzh., As zerkleinert + Phenol + Steinzement-verschluß
5	*60	P., S.	♂	22	$\underline{\vert 5}$	Gesund	mi.	—	5 auf Dentin	Am 10. bis 11., besond. 11. Tage hf. Schm. auf k. u. w., per. Schm.	+8 13	Ziemlich stark	Exstirp. unter Inj. Jodoform einl.	As-Tabl. zerkleinert + Phenol + ZnO. Zahn etwas verfärbt. Blutungen. Exstirpation schmerzhaft. Nach Exstirp. Period. stark abgeklungen
6	*58	H., L.	♀	30	$\overline{6}\vert$	Gesund	di.	—	5 Pulpa leicht ang., schm., blutet	Nach 10 bis 11 Tag. ge. Schm. beim Liegen	+7 12	—	Amput. Trio	Bei 1. und 2. Einlage As zerkleinert + Phenolbäuschchen u. Steinzementverschluß
7	*61	S., M.	♀	26	$\underline{7}\vert$	P. part.	di.	Nach 4 Tagen „Zucken“ währ. eines Nachmitt.	6 auf Dentin	Nach 11 Tag. ge. per. Schm.	+ 8 14	Ziemlich stark	Chlor-phenol	Tablette zerkleinert + Phenolbäuschchen u. Steinzementverschluß
8	10	R., H.	♂	46	$\underline{8}\vert$	P. part. Car. prof.	dü.	—	6 auf palat. Stumpf	—	+5 11	S.schwach	Amput. Trio	—

sich folgendermaßen erklären: Phenol, das das Plasma der Dentinkanälchen zur Koagulation bringt, behindert die Resorption arseniger Säure. Nach kurzer Einwirkung wie im Falle 4 (3 Tage) gelangt gewissermaßen nur Phenol zur Wirkung; das Dentin wird folglich desensibilisiert. Das Bohren geschah in diesem Falle, trotzdem es sich um eine äußerst empfindliche Patientin handelte, bis zur Verletzung der Pulpa völlig schmerzlos. — Nach 5—6 Tagen (Fall 5, 6, 7, Tab. 2) macht jedoch auch die Wirkung der inzwischen gebildeten arsenigen Säure sich geltend, die Pulpa ist irritiert und ein Anbohren wird erschwert.

Im übrigen sind bei dieser Versuchsreihe die Verhältnisse in bezug auf Schmerzhaftigkeit und Periodontitis ungefähr dieselben wie in Tab. 1a.

Tab. 3 und 3a: Es ist bekannt, daß Arseneinlagen bei eröffneter Pulpa rascher wirken als bei geschlossener. Doch ist Voraussetzung, daß die Pulpa gut trepaniert ist. Entsteht bei der Pulpaläsion keine sichtliche Blutung oder ein nur spärliches Durchsickern von Blutflüssigkeit, ist die Wirkung kaum sicherer als bei der Applikation auf eine dünne Dentinschicht.

Ein Überblick über die Tab. 3 und 3a läßt denn auch gleich erkennen, daß wir nur bei weit freigelegten Pulpen einen relativ raschen und wenig reaktiven Devitalisationsverlauf erwarten können. Die Verkürzung der Liegedauer — verglichen mit der Anwendung bei geschlossener Pulpa — beträgt in diesen Fällen wenigstens 1—2 Tage. Diesem unverkennbaren Vorteil dieser Methode steht aber ein großer Nachteil gegenüber. Es zeigte sich nämlich, daß in der Mehrzahl der Fälle Periodontreizungen auftraten. Diese waren, wie Nachprüfungen nach Monaten ergaben, chronischer Art. Als Ursache dieser Reizerscheinungen kam daher die mechanische Druckwirkung infolge Pulpahyperämie wenig in Frage. Vielmehr stand fest, daß es sich hier um reine Arsenschädigungen handeln mußte. Diese nachteiligen Nebenwirkungen auf das Periodontium führten wir zunächst auf die vorteilhaften Oxydations- und Diffusionsbedingungen, die sich dem Arsen beim direkten Kontakt mit dem Pulpagewebe bieten, zurück. Diese Auslegung liegt nahe und wird zum Teil auch den tatsächlichen Vorgängen entsprechen. Doch brachten die histologischen Ergebnisse des Tierexperimentes in dieser Frage eine näher liegende Lösung. Es ließ sich nämlich in den Gefäßen der Pulpa, im Wurzelhautgewebe und dessen Nachbarschaft Arsen in Form kleiner Partikelchen nachweisen. Die Möglichkeit der Arsenverschleppung auf dem Blutweg ins periapikale Gewebe und dessen Umgebung ist damit erwiesen. Einige extrahierte menschliche Zähne ergaben in bezug auf das Vorkommen von Arsen in den Pulpagefäßen identische Befunde.

Dieser Arsenabtransport ist als ein ungünstiges Vorkommnis zu werten. Wenn es sich dabei sicherlich oft auch nur um minimale Arsenmengen handelt, so muß bei der hohen Giftwirkung des Arsens trotzdem eine zerstörende Wirkung auf das Periodontium erwartet werden. Klinisch resultiert dann in solchem Falle das typische Bild der schwachen, chronischen, vom Patienten oft nur zeitweise empfundenen Wurzelhautentzündung (z. B. bei Störungen im Allgemeinzustand, erhöhtem Blutdruck usw.). Eine derartig geschädigte Wurzelhaut ist aber als nicht vollwertiges Organ als ein Locus minoris resistentiae zu betrachten. Sie ist in ihrer Leistungsfähigkeit herabgesetzt und ist pathologischen Einflüssen in erhöhtem Grade zugänglich.

Auf Grund dieser Feststellungen erscheint uns die obgenannte Verwendungsart metallischen Arsens sehr fragwürdig. Damit soll nicht entschieden sein, ob

Tabelle 3. Applikation von kolloiddispersiertem metallischem Arsen (Scherbenkobalt) auf die Pulpa. Wirkung nach 5 und mehrtätiger Einwirkung genügend (siehe S. 734).

Fall		Name	Geschlecht	Alter i. Jahren	Zahngattung	Zustand der Pulpa	Pulpa	Schmerzen während der Einlage	Liegedauer	Periodontitis	Nachbehandlung	Bemerkungen
1	26	B., M.	♀	26	⌊3	Gesund, Car. prof.	l. ang.	Nach 7 Tagen auf k. u. w. ms. Schm., per. Schm. Ab 9. Tg. schmerzfrei	16	—	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Exstirp. schml.
2	*56	G., J.	♀	22	4⌋	P. part.	As zerkleinert + Phenol + ZnO l. ang.	Nach 6 Tagen ms. per. Schm.	8	ms.-stark	Partielle Exstirp., Chlorphenol	Exstirp. s. schmerzhaft. Nach 8 Tagen Exstirp. unter Injekt. u. Jodof. Walkhoff-Füllung. Nach 3 Wochen keine Perk.-Empfindlichkeit
3	28	B., J.	♂	25	5⌋	Gesund, Caries	Freigelegt unter Injekt.	Nach 3 Tagen ms. Schm. auf k. u. w.; per. Schm.	8	Schwach	Amput. Trio	Nachprüfung nach 9 Woch.: noch perkussionsempfindlich
4	37	P., C.	♀	38	4⌋	P. part.	ang.	—	6	—	Amput. Trio	—
5	35	E., H.	♂	28	4⌋	Gesund	ang.	—	12	Schwach	Amput. Trio	—
6	46	B., E.	♀	24	⌊7	P. part.	ang.	Nach Angabe des Pat. unbest. Schm., meist n. dem Essen	14	Ziemlich stark	Chlorphenol *	Pat. erkrankte, daher die lange Liegedauer. * später Amput. Trio. Periodontitis nach 14 Tagen abgeklungen
7	51	B., E.	♀	24	7⌋	P. part.	ang.	Nach 3 Tagen per. Schm.	14	Schwach	Chlorphenol	Nach 7 weiteren Tagen Amp. Trio. Nach 2 Monaten noch perk.-empfindlich
8	48	B., E.	♀	24	7⌋	Gesund, Car. prof.	Freigelegt unter Injekt.	Ab u. zu ge. Schm. auch per.	5	S.schwach	Amput. Trio	Nach 8 Wochen noch perk.-empfindlich
9	47	W., R.	♂	66	⌈7	P. part. (superfic.)	Freigelegt unter Injekt.	ge. per. Schm.	5	S.schwach	Amput. Trio	Auf Perkussion nach 6 Monaten noch empfindlich. Zahn jedoch wegen Paradentose gelockert (absteigende Periodontitis)
10	36	D., G.	♂	24	⌈8	P. part. s. schwache	l. ang.	Nach 5 Tagen ms. Schm.	7	Schwach	Amput. Trio	—

Tabelle 3a. Applikation von kolloiddispersiertem metallischem Arsen (Scherbenkobalt) auf die Pulpa. Wirkung nach 1. Anwendung ungenügend (siehe S. 734).

Fall		Name	Geschlecht	Alter i. Jahren	Zahngattung	Zustand der Pulpa	Pulpa	Schmerzen nach 1. Einlage	2. Einlage nach . . . Tagen	Schmerzen nach 2. Einlage	Gesamt-Liegedauer	Peri-odontitis	Nach-behandlung	Bemerkungen
1	62	Sch., K.	♂	23	$\underline{4}\rfloor$	Gesund, tiefe sek. Caries	l. ang.	Nach 5 Tagen per. Schm. (hie u. da auch „dumpfen Schm.“)	7 auf Pulpa	—	+ 3 10	Schwach	Exstirp. Jodof. Walkhoff	Nach 1. Einlage Exstirpat. unmöglich, zu schmerzhaft. Pulpa noch hochrot. Nach 6 Monaten noch perkussionsempfindlich
2	43	Z., F.	♂	46	$\underline{6}\rfloor$	Gesund, tiefe Car.	l. ang.	—	10 Pulpa stark ang.	—	+7 17	S.schwach	Amput. Trio	—
3	54	A., L.	♂	12	$\lceil\overline{6}$	Gesund, tiefe Car.	s.l.ang.	Ab 3. Tag dauernd ziemlich hf. Schm., besonders per.	6 Pulpakammer	—	+5 11	Schwach	Amput. Trio	—
4	6	B., A.	♂	28	$\underline{7}\rfloor$	Gesund, tiefe Car.	l. ang.	-	17 Pulpa freigelegt	-	+17+ $4^1/_2$ Monate 5 Monate	Schwach bis mäßig	Chlorphenol, spät. Exst. Jodof.-Füllung	—

Tabelle 4. Anwendung bei Milchzähnen (bei geschlossener und eröffneter Pulpa) (siehe S. 738).

Fall		Name	Geschlecht	Alter i. Jahren	Zahngattung	Zustand der Pulpa	Dentinschicht über der Pulpa oder Pulpa angeritzt	Schmerzen während der Einlage	Liegedauer	Periodontitis	Nachbehandlung	Bemerkungen
1	1	B., E.	♀	10	⌈5	Gesund, Car. prof.	dü.	—	6	—	Amput. Trio	—
2	13	H., J.	♂	11	⌊5	Gesund, Car. prof.	mi.	—	8	—	Amput. Trio	—
3	23	C., G.	♀	7	⌊5	P. part.	mi.	—	12	S.schwach	Amput. Trio	—
4	49	G., S.	♂	10	5⌋	Gesund, Car. prof.	mi.	—	7+10+6 23	Schwach	Amput. Jodof. Walkhoff	2. Einlage auf l. ang. Pulpa. 3. Einlage auf buccale Stümpfe je $^1/_4$ Tablette, palatinal Chlorphenol
5	20	C., J.	♀	7	⌊4	P. part.	Pulp. ang.	—	5	Schwach	Chlorphenol Amput. Jodof. Walkhoff	Pulpa noch blutend. Chlorphenol für 6 Tage, wonach Amput. Trio
6	53	P., C.	♂	9	4⌋	P. total.	Pulpa ang. unter Inj.	—	13	Mäßig	Chlorphenol *	* Pulpa noch blutend nach 1. Einlage. 8 Tage später Amput. Jodof. Walkhoff

die Durchpressung von mit arseniger Säure durchsetzten Exsudaten ins periapikale Gewebe, wie sie gelegentlich nach Einlagen auf die geschlossene Dentindecke vorkommt (Hyperämie), unter Umständen einen nicht ebenso großen Insult hervorrufen könnte wie das verschleppte, ungelöste Arsen. Doch soll festgehalten werden, daß nach unserer Ansicht die „direkte Applikation" von Arsen keine ideale Methode ist.

Zusammenfassend ergibt sich nun für die Anwendung von kolloidalem Arsen auf die eröffnete Pulpa:

1. Heftige pulpitische Schmerzen treten sozusagen nie auf; geringe bis mäßige in etwa $^1/_4$ der Fälle, vorwiegend bei schwacher Trepanation.

2. Die Einlagen versagen meist nur in Fällen, in denen die Pulpa schwach angeritzt wurde (Tab. 3a). Bei guter Eröffnung der Pulpa ist die Wirkung fast ausnahmslos eine regelmäßige und ist um wenigstens 1—2 Tage früher beendet als bei Belassen einer Dentinschicht.

3. Von den 14 untersuchten Fällen konstatierten wir in 10 Fällen (ausschließlich Fall 4, Tab. 3) periapikale Reaktionen, die in den Fällen 3, 5, 7, 8 (ausschließlich Fall 9), Tab. 3, und Fall 1, Tab. 3a = etwa $^1/_3$ des untersuchten Materials bei den Nachprüfungen nach wenigstens 2 Monaten in chronische Stadien übergegangen waren. Wir betrachten daher das Einlegen von Arsen auf die besonders unter Anästhesie stark trepanierte Pulpa der Gefährdung des periapikalen Gewebes wegen als unzulässig.

Tab. 4. Das soeben Gesagte muß für Milchzähne besondere Geltung haben (gute Zirkulationsverhältnisse, weite Foramina apicalia). Um so mehr ist für diese die Applikation auf Dentin bei der verhältnismäßig langsamen Wirkung metallischen Arsens gerechtfertigt. Diese Behauptungen scheinen schon in den wenigen klinischen Resultaten der Tab. 4 eine gewisse Begründung zu finden.

Als Nebenbefund sei hier noch erwähnt, daß die Mehrzahl der schwer zu devitalisierenden Zähne auf Patienten des männlichen Geschlechts entfiel. Von den in den Tab. 1, 1a und 3, 3a devitalisierten 28 Pulpen von männlichen Patienten war in 18 Fällen, von den 21 Pulpen von weiblichen Patienten dagegen nur in 3 Fällen eine 2. Einlage erforderlich. Falls dieser Befund keinem reinen Zufall entsprechen sollte, kann er für die Wurzelbehandlung von gewissem prognostischem Werte sein.

Tierexperiment.

Die Versuche wurden an einem 3jährigen Hunde, einem Bastard von Ratten- und Rehpinscher, ausgeführt.

In Chloroformnarkose, der 2stündig voran eine subcutane Injektion von 2—5 ccm einer 2proz. Morphiumlösung ging, wurden dem Tier Einlagen mit kolloiddispersierten Arsentabletten mit der Dosis 0,002 g As gemacht. Die Kavitäten wurden jeweils von buccal mit umgekehrt kegelförmigem Bohrer Nr. 12 präpariert (flacher Kavitätenboden verhindert ein Hohlliegen der Tablette) und mit Steinzement verschlossen. Die Tabletten wurden in 4 Fällen auf Dentin, in 10 Fällen auf die Pulpa appliziert und 3, 6, 10 und 13 Tage belassen. Hernach wurde der Hund durch überdosierte Chloroforminjektion ins Herz ad exitum

gebracht, die Zähne mit ihren entsprechenden Kieferpartien ausgesägt, in 10proz. Formalin fixiert, nach üblichem Verfahren in Formalinameisensäure entkalkt, in Celloidin eingebettet, geschnitten und mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt.

Histologische Befunde.

A. Bei Applikation auf Dentin.

Fall 1. $\underline{3}|$. As 3 Tage auf Dentin.

Über Kronen- und Wurzelpulpa ausgedehnte Blutungen; an wenigen, von den Blutungen nicht betroffenen Partien sind die einzelnen Pulpaelemente noch deutlich erkennbar. Im apicalen Drittel, teils auch in den Ramifikationen sind die Gefäße dilatiert, mit Erythrocyten prall gefüllt. Das Periodontium ist, von unbedeutender Hyperämie abgesehen, normal.

Fall 2. $\underline{4}|$. As 3 Tage auf Dentin.

Wie im vorigen Fall weist die Pulpa flächenhafte Hämorrhagien auf. Frei von diesen bleibt nur der untere Pulpaabschnitt, in dem die Gefäße blutüberfüllt sind. Das Periodontium ist hyperämisch: dilatierte, meist leere Gefäße. Die Hyperämie greift auch auf die Gefäße der Haversschen Kanäle und der Markräume des Knochens über. Die deutlichsten Veränderungen zeigen sich am Alveolenboden. Hier ist das Periodontium locker, reichlich von Fettgewebe durchsetzt, in dessen Maschen ausgetretene Erythrocyten, spärlich auch lymphoide Zellen, lagern. Infiltrationsherde fehlen. Zu bemerken ist, daß die apicalen Verästelungen zahlreicher sind als im Falle 1.

Fall 3. $|\overline{8}$. As 10 Tage auf Dentin.

Die Kronenpulpa ist größtenteils nekrotisiert. In losem Bindegewebsnetz hängen noch vereinzelte Zellkomplexe. Die polygonalen Pulpazellen sind ihrer Ausläufer teils verlustig geworden. Die Odontoblasten zeigen Kernveränderungen und vakuoläre Degeneration. Auch der apikale Pulpateil ist vorwiegend nekrotisch. Im Periodontium treten an den Mündungen der Seitenkanäle kleine Rundzellenherde auf (in einigen Präparaten). An einige dieser Bezirke legen sich Bindegewebsbündel an und scheinen einige Herde bereits kappenförmig zu umwachsen (evtl. Abwehrreaktion, evtl. nur Vortäuschung einer solchen durch Ausbuchtung schon vorhandener Bindegewebszüge infolge Druckwirkung von seiten der Infiltrationsherde). An einigen Knochenbälkchen des Alveolenbodens und besonders des alveolären Teils des Periodontiums beobachtet man an den der Wurzeloberfläche zugekehrten Partien Osteoklasten in Howshipschen Lacunen, an den der Wurzelspitze abgewendeten Partien Wucherung des Endostes, Osteoplastensäume und osteoide Säume, in die mancherorts die Osteoplasten schon einbezogen sind. Die Knochenhöhlen dieser Spongiosabälkchen sind meist leer oder enthalten nur schwach gefärbte Kerne. In den Markräumen der Spongiosa, den Haversschen Kanälen bis zur Kiefercorticalis zeigen sich erweiterte Gefäße.

Stärker pathologische Veränderungen als die vorliegenden finden sich im Zwischenwurzelabschnitt. Beginnende Einschmelzung des Periodontiums, Rundzellenherde auch in den Markräumen der Spongiosa und den Haversschen Kanälen, vereinzelte Osteoklasten, als regeneratorische Prozesse fibröse Wucherungen des Endostes, osteoide Neubildungen. An einigen Gefäßen Wandverdickung, Vermehrung der Endothelzellen (langdauernde Hyperämie).

Auffallend ist auch der Zustand des interradikulären Zementes: die Zementkörperchen sind fast ausnahmslos nekrotisch. Auch die Knochenhöhlen der von der Arsenwirkung betroffenen Spongiosa sind vielfach leer oder enthalten Zellen mit geschrumpften, blaß gefärbten Kernen.

Fall 4. $|\underline{8}$. As 13 Tage auf Dentin.

Dieser Fall unterscheidet sich vom vorigen nur durch intensivere Ausprägung der histopathologischen Prozesse. Dies gilt namentlich für die Vorgänge im Periodontium und im Knochen der Bifurkation.

B. Bei Applikation auf die Pulpa.

Fall 5. $\underline{8}|$. As 3 Tage auf Pulpa.

Vom Fall 1 und 2 ($\underline{3}|$ bzw. $\underline{4}|$, As 3 Tage auf Dentin) insofern abweichend, als die Blutungen eher im Schwinden begriffen, die Nekrotisierung dagegen weiter vorgeschritten ist.

In der Umgebung der Applikationsstelle ist das Arsen fein aufgeteilt. Hier führen die Gefäße reichlich Arsenpartikelchen, die den Blutgefäßen und Blutungsherden ein Aussehen verleihen, als wären sie mit schwarzer Tusche fein besprengt. Einige größere Arsenpartikel liegen zerstreut in der Weilschen Schicht. Das apikale Pulpagewebe ist hyperämisch, einige Gefäße enthalten Arsen. Das Periodontium ist apikal locker, lateral derb, fibrillenreich. Seine Gefäße sind erweitert, im lockeren Abschnitt mit Blut gefüllt.

Fall 6. $\overline{4}|$. As 6 Tage auf Pulpa.

Pulpagewebe, besonders im Kronenteil, stark aufgelockert. Beginnende Nekrosen. Odontoblasten vakuolär degeneriert. Capillaren in Nähe der Applikationsstelle Arsen führend, ebenso die Gefäße im mittleren und unteren Pulpaabschnitt. Allerfeinste Arsenteilchen finden sich auch frei im Gewebe, besonders an Blutungsstellen. Das Periodontium ist hyperämisch. Vereinzelte Osteoklasten liegen am Fundus und alveolären Knochenrand, ebenso in den Markräumen. Infiltrationen fehlen. Das Periodontium ist dick und derb. Die Gefäße sind dilatiert, leer.

Fall 7. $\overline{3}|$. As 6 Tage auf Pulpa.

Der Befund dieses Falles deckt sich mit dem des vorigen.

Fall 8. $\overline{6}|$. As 6 Tage auf Pulpa.

Kronenpulpa größtenteils nekrotisch. Von den verschleppten Arsenpartikeln sind einige zu gelbbraunen Massen aufgelöst. Die apikale Pulpastruktur ist teilweise noch erhalten. Das Periodontium zeigt ausgesprochene Hyperämie. Typische Infiltrationen fehlen hingegen.

Fall 9. $\overline{7}|$. As 6 Tage auf Pulpa.

Von der Kronenpulpa außer ihrem bindegewebigen Gerüst wenig erhalten. In einigen Gewebsfetzen am Übergang in die Wurzelpulpa findet sich abtransportiertes Arsen. Das Periodontium ist fibrillenreich. An den Mündungen einiger Seitenkanäle kleinzellige Infiltrate. Tendenz zu bindegewebigen Neubildungen scheint zu bestehen. Im übrigen keine strukturellen Veränderungen. Im Zwischenwurzelabschnitt ähnliche Verhältnisse wie im Falle 3 (Hyperämie, Leukocytenherde usw.).

Fall 10. $|\overline{4}$. As 10 Tage auf Pulpa.

Kronenpulpa nekrotisch. In einigen noch in der Kontur angedeuteten Gefäßen der Wurzelpulpa zahlreiche Arsenpartikelchen. Infolge technischer Fehler fehlen Präparate vom apikalen Pulpateil.

Fall 11. $|\overline{7}$. As 10 Tage auf Pulpa.

Die Nekrotisierung der Pulpa erreicht die Regio ramificatoria. Wenige, noch intakte Gefäße des apikalen Pulpateils führen Arsen. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Fällen, in denen der Abtransport des Arsens innerhalb 3 und 6 Tagen sich maximal bis ins apikale Pulpagewebe vollzog, ist er nun in diesem Falle nach 10 Tagen über die Pulpa hinaus in das Periodontium und dessen Umgebung vorgedrungen. Die Folgen dieser Arsenverschleppung sind tiefgreifende Zirkulationsstörungen im apikalen Periodontium und Knochen bis zur Kiefercorticalis: erweiterte Gefäße, Thrombenbildungen, Blutungen. In einigen Präparaten lagern Arsenpartikel, die infolge Gefäßruptur frei geworden sind, diffus zerstreut im periodontalen Gewebe. Weniger ins Auge fallend ist der Aufmarsch von Osteoklasten, die die Knochenränder des Alveolenfundus und des lateralen Periodontium in allerdings noch bescheidener Menge zu besetzen beginnen, als regeneratorische Prozesse fibröse Neubildungen des Endostes usw. Im großen ganzen sind diese Ab- und Anbauvorgänge denen von Fall 3 (As 10 Tage auf Dentin) ähnlich. Die hyperämischen Erscheinungen, namentlich auf ihre Ausdehnung bezogen, sind indes in diesem Falle ungleich heftiger. Im Zwischenwurzelabschnitt erinnert das Bild an Fall 3, doch sind die Veränderungen hier schwächer.

Fall 12. $|\overline{9}$. As 10 Tage auf Pulpa.

Kronenpulpa nekrotisch. In den Kanaleingängen breite Blutmassen, die von Arsenkörnchen überschwemmt sind. Ebenfalls von Arsen durchsetzt ist das zum großen Teil nekrotische Gewebe der apikalen Pulpa; auch läßt sich Arsen in den Gefäßen der apikalen Verästelungen feststellen. Das Periodontium zeigt blutüberfüllte Gefäße (Geldrollenform der Erythrocyten in den Capillaren) und Blutungen. Die hochgradige Hyperämie reicht bis zur Kiefercorticalis. In einigen Blutungen unter dem N. bzw. der A. alveolaris inf. erkennt man Arsenpartikelchen. In der Umgebung der Arsen führenden Gefäße sind die Fibroblasten

oft geschädigt (Kernveränderungen). Das Periodontium ist zellarm, derb. Typische Infiltrationen fehlen, dagegen treten solche im Periodontium und Knochen des Zwischenwurzelabschnittes auf, ähnlich wie im Falle 3.

Fall 13. $\underline{|7}$. As 13 Tage auf Pulpa.

Kronenpulpa nekrotisch. Die devitalisierte Wurzelpulpa enthält, verglichen mit den beiden vorgenannten Fällen, Arsen in nur äußerst spärlicher Menge. Die Gefäße des Periodontiums sind erweitert bei geringer Blutfüllung. Arsen läßt sich hier keines feststellen. An den Mündungen einiger Seitenkanäle sind kleine Rundzellenherde.

Fall 14. $\underline{|6}$. As 13 Tage auf Pulpa.

Der Befund dieses Falles ist dem des vorigen ähnlich.

Zusammenfassung der histologischen Resultate.

A. Bei Applikation auf Dentin.

Nach 3tägiger Einwirkung: Die Wirkung beschränkt sich fast ausschließlich auf das Gefäßsystem: Diapedesis- und Rhexisblutungen in der Kronen- und Wurzelpulpa, prall gefüllte Gefäße im apikalen Pulpateil, leichte Gefäßerweiterung im Periodontium.

Nach 10—13tägiger Einwirkung: Nekrose der Kronenpulpa. Beginnende Zerfallserscheinungen im apikalen Pulpagewebe. Im Periodontium: erweiterte Gefäße bis zur Kiefercorticalis. In einigen Präparaten an den Mündungen der Foramina apicalia kleine Rundzellenherde, am Alveolarsaum Osteoklasten in Howshipschen Lacunen, als regeneratorische Prozesse Wucherungen des Endostes, Osteoplasten- und osteoide Säume, letztere Vorgänge in noch bescheidenem Ausmaß.

B. Bei Applikation auf die Pulpa.

Die histologischen Befunde dieser Anwendung weichen von denen bei Applikation auf die geschlossene Pulpa in 2 Punkten ab:

1. schreitet die Nekrotisierung rascher fort;
2. findet eine Verschleppung ungelösten Arsens auf dem Blutweg statt.

Es ergaben sich je nach der Liegedauer des Arsens folgende Bilder:

Nach 3tägiger Einwirkung: In der Kronenpulpa Auflockerung und Bildung großer Saftlücken. Färbbarkeit der Odontoblasten zum Teil herabgesetzt. In Thromben und blutüberfüllten Gefäßen dicht gedrängte Arsenpartikel. Im apikalen Pulpaabschnitt nur wenige solcher Arsen führender Gefäße. Das Periodontium, abgesehen von starker Gefäßdilatation, bei Blutleere oder nur geringer Füllung normal.

Nach 6tägiger Einwirkung: Gewebszeichnung der Kronenpulpa unscharf. Odontoblasten vakuolär degeneriert, Blutungsherde in einigen Fällen nur noch als krümelig verwaschene Flächen kenntlich. Im Gegensatz hierzu: in der apikalen Pulpa Struktur meist noch erhalten, doch Färbbarkeit geschwächt. Das Periodontium ist hyperämisch, weist vereinzelte Osteoklasten auf, auch Anfänge zu fibrösen Neubildungen. Infiltrationen an den Foramina apicalia nur ausnahmsweise.

Zu betonen ist, daß in sämtlichen Fällen, sowohl in der coronalen wie apikalen Pulpa, Arsen führende Gefäße, zudem auch frei im Parenchym, besonders in Blutungsherden lagernde Arsenkörnchen sich nachweisen ließen.

Nach 10tägiger Einwirkung: Pulpa nekrotisch. In noch erhaltenen Thromben, auch frei in zertrümmerten Zellmassen, reichlich verschleppte Arsenpartikel. Zum Unterschied von den obengenannten Fällen dringt nach 10tägiger Einwirkung das Arsen über das Foramen apicale hinaus und findet sich in den Gefäßen des Periodontiums, der Markräume der Spongiosa und den Haversschen Kanälen. Die unmittelbare Folge dieser Arsenverschleppung zeigt sich in heftiger Hyperämie, Extravasatbildungen, Hämorrhagien bis zur Kiefercorticalis und fibrösen Wucherungen des Endostes.

Nach 13tägiger Einwirkung: Pulpa nekrotisch. Die Arsenverschleppung ist in den beiden untersuchten Fällen äußerst gering, so daß die Periodontveränderungen denjenigen der Fälle mit Applikation auf Dentin bei entsprechender Liegedauer ungefähr gleichkommen.

Es sei noch erwähnt, daß bei sämtlichen mehrwurzligen Zähnen im Periodontium und Knochen des Zwischenwurzelgewebes, infolge Diffusion arseniger Säure, durch den Dentinzementmantel pathohistologische Vorgänge, angefangen von Hyperämie bis zu beginnender

Einschmelzung, einsetzten, je nach Einwirkungsdauer des Arsens und Dicke der Dentin-Zementschicht.

In den hyperämischen, von der Arsenwirkung betroffenen Gefäßen der Bifurkation konnten wir indes in keinem der Fälle Partikel, wie wir sie in den Pulpa- oder Periodontalgefäßen vorfanden, feststellen. Es ist daher eine Gefäßwandpassage des Arsens in gelöster Form nebst nachträglich in der Blutbahn erfolgender Ausfällung zu körnigen Massen nicht anzunehmen. Die in den Pulpagefäßen sichtbaren Arsenpartikel müssen als solche in diese gelangen. Wie die Aufnahme in das Gefäßinnere erfolgt, ist unklar. Es ist denkbar, daß allerfeinste Arsenteilchen durch Ansaugung venöser Capillarteile durch die Stomata, gröbere Körnchen evtl. durch geschädigte Wandungen, evtl. auch direkt in die bei der Trepanation angeschnittenen, ungenügend kollabierten Gefäße aufgenommen werden.

Es sei an dieser Stelle noch auf die Beobachtung *Feldmanns* hingewiesen, daß bei der Arseneinwirkung unter sonst gleichen Bedingungen die Intensität der Periodontveränderungen vom Strukturcharakter des Periodontiums in bedeutendem Maße abhängig sind, ein zartes, lockeres Periodontium leichter geschädigt wird als ein derbes, fibrinöses. Diese Beobachtungen *Feldmanns* fanden wir in unseren Versuchen bestätigt.

Zusammenfassung.

Die günstigen Resultate, die mit kolloiddispersiertem Arsenik in Form der dosierten Nervarsentabletten zum Zwecke der Pulpadevitalisation erzielt werden, veranlaßten uns zu Versuchen mit kolloiddispersiertem, metallischem Arsen (Scherbenkobalt). Wir verwendeten hierzu Arsentabletten (Scherbenkobalt), die nach analogem Verfahren wie für Arsenik hergestellt wurden und 0,002 g kolloiddispersiertes Arsen (Scherbenkobalt) enthielten. Die Wirkung erprobten wir klinisch an 63 menschlichen Zähnen, histologisch im Tierexperiment am Hundezahn und endlich in einer Nachprüfung am extrahierten menschlichen Zahn. Die Ergebnisse lauten:

Klinische Befunde.

A. Bei Applikation auf Dentin sind die Resultate in bezug auf Devitalisationsverlauf und Zuverlässigkeit der Wirkung nicht befriedigend. In 25% der Fälle war die Devitalisation von geringen bis mäßigen, in 20—25% von heftigen Schmerzen begleitet. — Des weiteren mußte in nahezu 50% der Fälle die Einlage nach einer Liegedauer von 7 und mehr Tagen wiederholt werden. Als Einlagefristen, bei denen sich periapikale Schädigungen noch vermeiden lassen, können approximativ folgende angegeben werden:

Praemolares	8—10 Tage
Molares	9—12 „
Molares III	8—12 „

Diese in weiten Grenzen gehaltenen Zeiten versprechen jedoch noch keineswegs eine sichere Devitalisation.

B. Bei Applikation auf die Pulpa sind bei guter Trepanation die Wirkungsergebnisse, verglichen mit denjenigen bei obengenannter Anwendung, vertauscht: selten heftig reaktiver Devitalisationsverlauf (Schmerzen in etwa 25% der Fälle, meist nur geringe bis mäßige), Wirkung in der Regel zuverlässig, zudem um 1—2 Tage, verglichen mit der Anwendung bei geschlossener Dentindecke, verkürzt. — Dagegen ungünstiges Verhalten gegenüber dem Periodontium: in $^1/_3$ der Fälle traten toxische Wurzelhautreizungen auf, die nach Monaten nicht abgeklungen waren.

Histologische Befunde.

A. Bei Applikation auf Dentin.

Nach 3tägiger Einwirkung.

Pulpa: Thrombenbildungen, Hämorrhagien.

Periodontium: Leichte Gefäßdilatation.

Nach 10tägiger Einwirkung.

Pulpa: Coronal nekrotisch, apikal beginnender Zerfall.

Periodontium: Leere, dilatierte Gefäße bis zur Kiefercorticalis; kleine Blutungsherde; Osteoklasten, fibröse Wucherungen des Endostes, in einigen Präparaten auch Osteoplasten und osteoide Säume.

B. Bei Applikation auf die Pulpa.

Als wesentlicher konstanter Befund der folgenden Fälle ergab sich ein Abtransport ungelösten metallischen Arsens auf dem Blutweg. Das Arsen ließ sich nach 3—6 Tagen in der Pulpa, nach 10 Tagen im Periodontium in Form kleiner körniger Massen nachweisen. Die einzelnen Ergebnisse sind:

Nach 3tägiger Einwirkung.

Pulpa: Thromben, Hämorrhagien, Auflockerung, Arsenpartikel besonders reichlich coronal.

Periodontium: Geringe Gefäßdilatation.

Nach 6tägiger Einwirkung.

Pulpa: Beginnende Nekrosen. Odontoblasten vakuolär degeneriert. Erythrocyten zeigen teils Plasmolyse. Apikal Gewebsstruktur noch erhalten, Färbbarkeit in Umgebung Arsen führender Gefäße herabgesetzt.

Periodontium: Hyperämisch. Fibröse Neubildungen am Alveolarknochen. Selten Infiltrate an den Mündungen der Seitenkanäle.

Nach 10tägiger Einwirkung.

Pulpa: Nekrotisch. In Thromben und frei im zertrümmerten Parenchym Arsen.

Periodontium: Heftige Hyperämie. Thrombenbildungen, Rupturen, Hämorrhagien bis zur Kiefercorticalis. Osteoklasten und fibröse Wucherungen. Arsen in Blut- und Lymphgefäßen.

Nach 13tägiger Einwirkung.

Pulpa: Nekrotisch. Arsenverschleppung in den beiden untersuchten Fällen gering.

Periodontium: Kein Arsen nachweisbar. Befund deckt sich mit demjenigen bei Applikation auf Dentin bei entsprechender Liegedauer.

Einwirkung auf das Zwischenwurzelgewebe mehrwurzliger Zähne:

In sämtlichen Fällen diffundierte das Arsen durch den Dentinzementmantel. Die Veränderungen äußerten sich in Abhängigkeit von Einwirkungszeit und Dicke der Dentinzementschicht in Hyperämie bis zu beginnender Einschmelzung des interradikulären Gewebes.

Aus unseren klinischen und histologischen Befunden müssen wir folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Verwendung kolloiddispersierten metallischen Arsens (Scherbenkobalt) zum Zwecke der Pulpadevitalisation können wir nicht empfehlen: die Anwendung bei nicht eröffneter Pulpa des häufig schmerzhaften Verlaufes und der unsicheren Wirkung wegen, die Anwendung bei offener Pulpa wegen der Gefahr periapikaler Schädigungen infolge Abtransportes ungelösten Arsens.

2. Unsere Feststellung, daß metallisches Arsen (Scherbenkobalt) bei der Applikation auf die Pulpa mit großer Regelmäßigkeit durch die Blutgefäße verschleppt wird, muß uns die Arsenapplikation auf die besonders unter Zuhilfenahme der Anästhesie stark eröffnete Pulpa als eine fragwürdige Methode erscheinen lassen.

3. Selbst wenn die Arsenverschleppung nicht über das Foramen apicale hinaus erfolgt, so erachten wir wenigstens für die Amputationsmethode eine Überladung des Pulpastumpfes mit ungelöstem Arsen (Scherbenkobalt) infolge Arsenzuführung auf dem Gefäßweg als ein Gefahrenmoment für die Vitalität des Periodontiums.

4. Was das Zustandekommen des Arsenabtransportes betrifft, so läßt uns das Fehlen von Arsenpartikeln im interradikulären, von der Arsenwirkung betroffenem Gewebe den Schluß zu, daß das Arsen in ungelöstem Zustande in die Pulpagefäße gelangen muß.

5. Es erscheint selbstverständlich, daß diffus im Periodontium verteilte Arsenteilchen (Scherbenkobalt) schädigend und nicht stimulierend, im Sinne einer Vorbereitung für die nachfolgende Wurzelfüllung, wirken müssen.

6. Es wäre am Platze, wenn die im Tierversuch bei mehrwurzeligen Zähnen nach Arsenapplikation (Scherbenkobalt) häufig vorkommenden histopathologischen Erscheinungen im Interradicularraume (obwohl nach Angabe einiger Autoren nur bei jugendlichen Tieren) einmal eine histologische Nachprüfung an menschlichem Material erfahren würden, damit man zu einem objektiven Resultat über die Häufigkeit der auf diesem Wege entstehenden medikamentösen Wurzelhautreizungen kommen würde.

Es bleibt nun einer weiteren Arbeit vorbehalten, die genauen Angaben über das Vorkommen solcher infolge Arsenverschleppung erfolgender Periodontitiden durch histologische Untersuchungen der Regio apicalis menschlicher Zähne zu ermitteln.

Literaturverzeichnis.

Aschoff, L., Pathologische Anatomie. Jena 1928. — *Balters, W.*, Ein Beitrag zur Behandlung erkrankter Zahnpulpen. Vjschr. Zahnheilk. **1928**. — *Borst, M.*, Pathologische Histologie. Leipzig 1922. — *Egli, R.*, Die Devitalisation der menschlichen Zahnpulpa mit dosiertem, kolloiddispersiertem Arsentrioxyd. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. **1928**, H. 13. — *Eckmann, A.*, Beitrag zur Frage der Dosierung des Arsentrioxyds. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1930**, H. 4. — *Euler-Meyer*, Pathohistologie der Zähne. München 1927. — *Feldmann, G.*, Ein Vergleich der Arsen-Lokalanästhesiemethoden im Lichte der pathohistologischen Veränderungen. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. **1928**, H. 19 — Experimentelle Untersuchung über den Einfluß der arsenigen Säure auf das Periodont bei der Pulpadevitalisation. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. **1926**, H. 20. — *Greve, H. Chr.*, Beitrag zum Kapitel: Scherbenkobalt und arsenige Säure. Z. Rdsch. **1928**, H. 49. — *Heinemann, O.*, Die Wurzelfüllung. Berlin 1928. — *Kantorowicz, A.*, Klinische Zahnheilkunde. Bonn 1928. — *Klöser, R.*, Zum Thema Scherbenkobalt. Zahnärztl. Rdsch. **1928**, H. 46. — *Landolt, Frz.*, Untersuchungen über Paraformaldehyd als Devitalisationsmittel der Pulpa. Zahnärztl. Rdsch. **1931**, H. 8. — *Locher, W.*, Scherbenkobalt und Nervarsen. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1930**, H. 1. — *Moginier, Ch.*, Über die Wirkung des Scherbenkobalts auf die menschliche Zahnpulpa. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1920**, H. 2. — *Müller, O.*, Wurzelfüllungsmethoden. Fortschr. Zahnheilk. **1930**, H. 6. — *Notter, W.*, Über die Wirkung des Paraformaldehyds (Sinaspräparat) auf Pulpa und Periodont. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1930**, H. 9. — *Nünlist, A.*, Über die Anästhesierungsmethode des Dentins und der Pulpa durch Nervocidin. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1928**, H. 2. — *Ristow, B.*, Scherbenkobalt. Zahnärztl. Rdsch. **1928**, H. 41. — *Ritter*, Über dosierte Arsenikmengen. Zahnärztl. Rdsch. **1925**, H. 28. — *Rosenthal, A.*, Die Wirkung der arsenigen Säure, insbesondere des Nervarsens auf das Periodontium des Hundes. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. **1928**, H. 1.

Herrn Professor Dr. O. Müller spreche ich für die Anregung zur vorliegenden Arbeit und ganz besonders für seine zuvorkommende Hilfe bei Vornahme der Tierversuche meinen besten Dank aus.

Curriculum vitae.

Geboren wurde ich 1905 in Basel, wo ich mich nach Absolvierung der Primarschule, des Untern Gymnasiums und der Obern Realschule nach der Maturität 1924 dem zahnärztlichen Studium zuwandte, dem ich bis zum Staatsexamen im Herbst 1929 an der Universität Basel oblag. Hernach war ich während eines Jahres als Assistent in der Privatpraxis meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. O. Müller, tätig und arbeitete sodann als Assistent oder Vertreter in verschiedenen Städten der Schweiz.